

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 06-284670
 (43) Date of publication of application : 07.10.1994

(51) Int. Cl. H02K 33/16

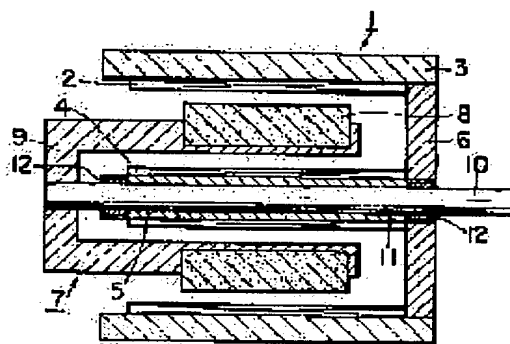
(21) Application number : 05-097194 (71) Applicant : SUMITOMO SPECIAL METALS CO LTD
 (22) Date of filing : 30.03.1993 (72) Inventor : INUBUSHI MINORU
 FURUSE AKIRA

(54) LINEAR ACTUATOR

(57) Abstract:

PURPOSE: To allow highly accurate control and to realize downsizing while enhancing general purpose performance by disposing a pair of driving coils on the stator side and a radially magnetized tubular permanent magnet on the mover side.

CONSTITUTION: When predetermined currents are fed in same direction through inner and outer driving coils 4, 2 constituting a stator 1, the currents circulate through inner and outer yokes 5, 3 where the coils 4, 2 are disposed. Consequently, a so-called inclining field having field strength increasing from the axial center toward the opposite end parts is formed in the air gap. When a radially magnetized tubular permanent magnet 8 is disposed in this air gap, thrust is generated in the permanent magnet 8 through interaction of the field and the magnetic moment of the permanent magnet 8 itself and the mover 7 is moved linearly in the axial direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-284670

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 10 月 7 日

(51) Int. Cl.⁵

H 0 2 K 33/16

識別記号

庁内整理番号

A 7227-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-97194

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 3 月 30 日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成 4 年 12 月 3 日、
社団法人電気学会主催の「電気学会研究会マグネティッ
クス研究会」において文書をもって発表

(71) 出願人 000183417

住友特殊金属株式会社

大阪府大阪市中央区北浜 4 丁目 7 番 19 号

(72) 発明者 犬伏 実

大阪府三島郡島本町江川 2 丁目 15-17 住
友特殊金属株式会社山崎製作所内

(72) 発明者 古瀬 彰

大阪府三島郡島本町江川 2 丁目 15-17 住
友特殊金属株式会社山崎製作所内

(74) 代理人 弁理士 押田 良久

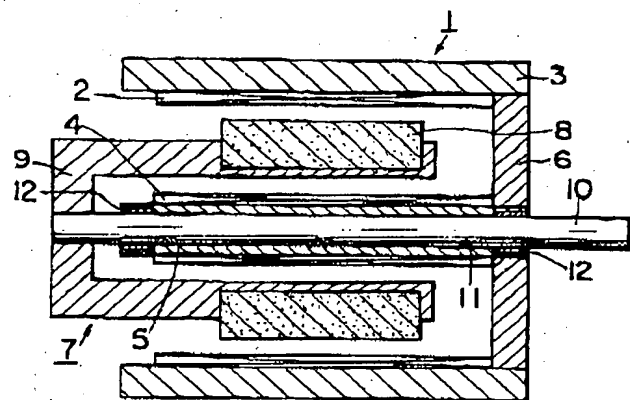
(54) 【発明の名称】 リニアアクチュエータ

(57) 【要約】

【目的】 高精度の制御並びに小型軽量化が可能で、さ
らに汎用性が高いリニアアクチュエータの提供。

【構成】 スペーサ 6 にて同軸配置した一对のヨーク
間、すなわちアウターヨーク 3 内周面とインナーヨーク
5 外周面に駆動用コイル 2, 4 を巻装し、該対向配置し
た一对の駆動用コイル 2, 4 間にラジアル方向に磁化さ
れた円筒状永久磁石 8 をマグネットホルダー 9 に支持さ
せた可動子 7 として配置し、インナーヨーク 5 の軸心部
を貫通する出力軸 10 とマグネットホルダー 9 を接続し
た構成。

【効果】 可動子の変位に対する推力の変化率も小さく
高精度の位置制御が可能であり、駆動用コイルから発生
する熱がこれらのコイルを配置するヨークを介してアク
チュエータの外部に放散され、各々コイルの温度上昇を
抑制することができることから、実質的な連続通電電流
値を増加させることが可能となる。



(2)

特開平6-284670

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内側に駆動用外側コイルを巻装してなるアウターヨークと外側に駆動用内側コイルを巻装してなるインナーヨークとを非磁性材からなるスペーサーを介して同心状に配置してなる固定子と、外周面が前記駆動用外側コイルに対向し、内周面が前記駆動用内側コイルに対向し、かつ前記インナーヨークに外嵌して軸方向に移動可能に配置するラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石からなる可動子とを有することを特徴とするリニアアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、リニアアクチュエータに係り、特に固定子側に一对の駆動用コイルを配置し、可動子側にラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石を配置することにより、汎用性が高く、しかも構造が比較的簡単で小型軽量化を可能とするリニアアクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】 リニアアクチュエータとしては、従来からハードディスクドライブ（HDD）装置の磁気ヘッドポジショナーとして使用されているボイスコイルモータ（VCM）が知られている。このボイスコイルモータ（以下、VCMとする）は、可動子がコイルとそれを支持するボビンとから構成されており可動子自体が軽量であることから、応答性に優れ、また精密な位置制御が可能である等の長所を有している。しかし、VCM自体がハードディスクドライブ装置（以下、HDD装置とする）への採用を主眼に置いて改良されてきたことから、HDD装置以外の用途での利用には必ずしも適した構成とは言えないものであった。

【0003】 本願出願人は、先に、VCMの用途拡大を目的に、VCMが本来有する長所を活かした精密位置決め装置、油圧及び空圧バルブのNC制御装置、ロボット腕、組立装置等の種々の用途に利用できる汎用性の高いリニアアクチュエータを提案した（特開平4-101657号）。その一例を図6a及び図6bによって説明する。図6aは該リニアアクチュエータの側面図であり、図6bは一部縦断正面図である。固定子20は、円筒状のアウターヨーク21と円柱状のインナーヨーク（センターヨーク）22とこれらを同心状に一体化するとともに磁気的に接続するサイドヨーク23とからなるヨーク部と、円筒状のアウターヨーク21の内側に固着されるラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石24によって構成されている。また、可動子25は三角錐状のボビン26と該ボビン26の内側端面外周部に固着されるコイル27と、さらにボビン26の内側端面中心部に挿通固着される出力軸28から構成されている。なお図中29は、可動子25が移動する際に該可動子25内に閉じ込められる空気によって円滑な移動が阻害されないよう、

2

ボビン26の所定位置に形成された空気抜き用貫通孔である。可動子25は、前記インナーヨーク22の中心軸方向の貫通孔30両端部に配置される軸受31にて軸支される出力軸28を介して、直線移動自在となっている。図中32は、コイル27への電流を供給するリード線であり、コネクター33を介して制御器（図示せず）に接続される。なお、この構成においては、可動子25が直線移動時に出力軸28を中心として回転しないよう該アクチュエータ側または制御対象側に回転防止機構を配置する必要がある。

10

【0004】 以上の構成からなるリニアアクチュエータにおいては、固定子20を構成する永久磁石24の内周面とインナーヨーク22の外周面とによって形成される空隙内に軸方向に対して均一な磁界が形成され、該空隙内に配置されるコイル27に所要の電流を通電すると、これらの磁界と電流との相互作用によって可動子25に推力が発生することとなる。したがって、コイル27への入力電流に比例して可動子25が直線移動し、出力軸28を介してリニアアクチュエータ外に配置されている制御対象物を高精度にて移動制御することが可能となる。

20

【0005】 上記のVCM型リニアアクチュエータにおいては、固定子側に永久磁石が配置され、可動子側にコイルが配置されているが、最近では、図7a及び図7bに示す如く永久磁石が可動子となる所謂MM型（Moving Magnet Type）のリニアアクチュエータが研究開発されている。なお、図7aは正面図であり図7bは側面図である。すなわち、所定の空隙を形成して平行配置された一对の断面形状の棒状ヨーク40a、40bと、それらの外側にソレノイド状に巻装される駆動用コイル41a、41bから固定子を構成し、前記空隙内に棒状ヨーク40a、40bの対向方向と同方向（図中上下方向）に磁化された断面形状の永久磁石からなる可動子を配置した構成からなるリニアアクチュエータである。このような構成において、駆動用コイル41a、41bに各々図中矢印イ、ロ方向に電流Iを通電すると、一对の棒状ヨーク40a、40b間の空隙には、その軸方向の中心部から各々両端部に移行するに

30

40

50

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 以上に示すVCM型リニアアクチュエータは、固定子を構成する磁気回路部と可動子を構成するコイルとが磁気回路内に配置される軸受と可動子に配置される出力軸を介して一体化していることから、VCM自体が有する長所を有効に活用して従来のHDD装置の用途以外にも広く用いられるようにな

った。しかし、最近のリニアアクチュエータには、一層の小型軽量化とともに、高精度の制御が要求され、特定用途においては、上記構成のVCM型リニアアクチュエータでもそれらの要求を満足させることが困難となってきた。一方、MM型リニアアクチュエータにおいても種々の改良がなされているが、上記の構成を基本とすることから、可動子に発生する推力自体が小さく、広範囲の用途に採用することは困難であった。

【0007】この発明は、上記のような最近のリニアアクチュエータに要求される高精度の制御が可能であり、小型軽量化が実現でき、さらに汎用性が高いリニアアクチュエータの提供を目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の目的を達成するために種々検討した結果、先に説明したVCM型リニアアクチュエータとMM型リニアアクチュエータのそれぞれが有する長所を積極的に活用することによって、それぞれのリニアアクチュエータのみでは予測のつかない相乗効果が得られることを知見し、完成したものである。すなわち、この発明は、内側に駆動用外側コイルを巻装してなるアウターヨークと外側に駆動用内側コイルを巻装してなるインナーヨークとを非磁性材からなるスペーサーを介して同心状に配置してなる固定子と、外周面が前記駆動用外側コイルに対向し、内周面が前記駆動用内側コイルに対向し、かつ前記インナーヨークに外嵌して軸方向に移動可能に配置するラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石からなる可動子とを有することを特徴とするリニアアクチュエータである。

【0009】

【作用】この発明のリニアアクチュエータの作用を、図1に示す一実施例にもとづいて説明する。なお、図1は縦断面正面図である。図1において、1は固定子であり、内側に駆動用外側コイル2をソレノイド状に巻装してなる円筒状のアウターヨーク3と、外側に駆動用内側コイル4をソレノイド状に巻装してなる円筒状インナーヨーク5とを、アルミ、真鍮等からなる非磁性材の略円板状スペーサー6を介して同心状に一体化するよう配置している。また、7は可動子であり、外周面が前記駆動用外側コイル2に対向し、内周面が前記駆動用内側コイル4に対向し、かつ前記インナーヨーク5に外嵌して軸方向に移動可能に配置するラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石8と、該円筒状永久磁石8を保持するアルミ等の軽量な非磁性材からなるマグネットホルダー9、さらに該マグネットホルダー9の中央部に挿通固着される出力軸10から構成されている。さらに、可動子7は、前記インナーヨーク5の中心軸方向の貫通孔11両端部に配置されるブッシュ（軸受）12にて軸支される出力軸10を介して、直線移動自在となっている。なお、駆動用外側コイル2及び駆動用内側コイル4への電流供給はスペーサー6に形成されるリード線引き出し孔

（図示せず）を介して、該アクチュエータ外部から行われる。この構成においては、可動子7側にコイルが配置されていないため、可動子7の移動時にリード線等により円滑な作動が阻害されることはなく、あえて可動子7の回転防止機構を配置する必要もないが、制御対象に応じて該アクチュエータ側または制御対象側への回転防止機構の配置要否を選定することが望ましい。

【0010】以上の構成からなるリニアアクチュエータにおいて、固定子1を構成する駆動用外側コイル2と駆動用内側コイル4とにそれぞれ同方向（例えば、各コイル2、4ともに時計回り方向、または反時計回り方向）の所定電流を通電すると、各コイル2、4を配置しているアウターヨーク3とインナーヨーク5部間を環流することとなる。これらの磁束によって、該空隙内にその軸方向の中心部から各々両端部に移行するにしたがって磁界強度が強まるような所謂傾斜磁界が形成される。この傾斜磁界が形成されている空隙内に前記可動子7を構成するラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石8を配置すると、磁界と永久磁石8自体が有する磁気モーメントとの相互作用によって永久磁石8に推力が発生し、可動子7が軸方向（図中左右方向）に直線移動する。

【0011】該アクチュエータを構成する各部材の形状や固定子1と可動子7との一体化手段（軸受け配置手段）等は図1に示す形状や手段に限定されるものではなく、例えば、マグネットホルダー9も図2に示すように先端部を三角錐状にするとともに所定位置に空気抜き用貫通孔13を形成し、マグネットホルダー9の軽量化とともに、可動子7が移動する際に該可動子7内に閉じ込められる空気によって円滑な移動が阻害されないよう考慮することが望ましい。可動子7を構成するラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石8も必ずしも一体品にて構成する必要はなく、複数の横断面扇形永久磁石を円筒状に一体化した構成でもよい。また、永久磁石の材質も、フェライト系磁石、希土類系磁石等公知のいずれの材料を用いても、この発明の効果をを得ることができるが、特に磁化（または残留磁束密度 B_r ）が大きく、保磁力 H_c が大きな希土類-鉄-ほう素系磁石が有効である。

【0012】以上の説明から明らかなように、この発明のリニアアクチュエータの基本的な動作原理としては図7に示すMM型リニアアクチュエータの技術思想を利用している。しかし、先に説明したように本来のMM型リニアアクチュエータの推力は余り大きくないが、この発明のリニアアクチュエータにおいては、同軸配置した一対のヨーク、一対の駆動用コイル及び円筒状永久磁石の各構成部材を効果的に配置することにより、可動子を構成する永久磁石に効率よく磁界を作用させることが可能となり、しかも駆動用外側コイル2及び駆動用内側コイル4から発生する熱がこれらのコイルを配置するアウターヨーク3やインナーヨーク5を介してアクチュエータ

の外部に放散され、各々コイル2, 4の温度上昇を抑制することができることから以下の実施例で具体的に説明するようにコイル温度上昇が低く、実質的な連続通電電流値を増加させることが可能となり、実用上の高推力化が図られる。特に、各々コイル2, 4の熱放散については、図2に示すマグネットホルダー9に形成される空気抜き用貫通孔13からの空気の入排出等や、スペーサー6として熱放散性に富む非磁性材であるアルミ等が採用されることも、熱放散効果を高める要因となっており、さらに必要に応じて、アウターヨーク3の外周やスペーサー6の外周をフィン状に加工したり、別部材からなるフィン在所定位置や外周全面に配置することによって一層熱放散効果を高めることが可能となる。図1には、可動子7に接続される出力軸10がインナーヨーク5の軸心部を貫通する構成を示すが、スペーサー6にて同軸配置した一对のヨーク間、すなわちインナーヨーク5外周面とアウターヨーク3内周面に駆動用コイル2, 4を巻装し、該対向配置した一对の駆動用コイル2, 4間にラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石8を可動子7として配置した構成であるため、可動子7はいずれかの構成部材に軸支されればよく、例えば、スペーサー6やインナーヨーク5外周面、アウターヨーク3内周面に軸支させることができ、さらに、出力軸が接続される被制御側は用途に応じた種々形態を採るが、これらの別部材に軸支させることもできる。

【0013】

【実施例】この発明のリニアアクチュエータの特徴を以下に示す実施例によって一層詳細に説明する。

実施例1

軟鉄からなるアウターヨーク3及びインナーヨーク5をアルミからなるスペーサー6にて同心状に配置し外径60mm×長さ60mmなる固定子1を作成した。なお、アウターヨーク3の内側には外径0.4mmの被覆銅線からなる駆動用外側コイル2（巻数：505回）を配置し、またインナーヨーク5の外側には外径0.5mmの被覆銅線からなる駆動用内側コイル4（巻数：409回）を配置した。また、アルミからなるマグネットホルダー9に残留磁束密度 B_r 11.6kG、保磁力 H_c 11.1kOeを有する希土類-鉄-ほう素系磁石からなる横断面扇形のラジアル異方性永久磁石を複数個配置してなる円筒状永久磁石8を固着するとともに、該マグネットホルダー9の中央部に出力軸10を挿通固着して可動子7を作成した。以上の固定子1と可動子7とを組合せて、図1に示す構成からなるこの発明のリニアアクチュエータを作成した。このとき、アクチュエータ全体の質量は1.02kgであり、可動子7の重量は152g（そのうち円筒状永久磁石8の重量は80g）であった。駆動用外側コイル2及び駆動用内側コイル4に2.0Aの直流電流を通電したところ3kgfの推力を得ることができた。この発明のリニアアクチュエータの

推力/体積の比を計算したところ173.3N/Lとなり、図6に示す従来のVCM型リニアアクチュエータに比べ、該値が2割以上向上していることが確認され、小型軽量化を可能とすることが確認できた。

【0014】実施例2

実施例1によって得られたこの発明のリニアアクチュエータにおいて、室温24℃の環境にて駆動用外側コイル2及び駆動用内側コイル4に2.0Aの直流電流を連続通電してコイルの温度上昇値を測定したところ、該温度は86℃であった。図6に示す従来のVCM型リニアアクチュエータにおいては、その温度は100℃程度まで上昇することから、この発明のリニアアクチュエータにおける実質的な投入許容電力が従来のVCM型リニアアクチュエータよりも大きくすることができ、実施例1で示したような大きな推力が得られることとなる。このように、コイルの温度上昇値が比較的低いのは先に説明したように、駆動用外側コイル2及び駆動用内側コイル4から発生する熱がこれらのコイルを配置するアウターヨーク1やインナーヨーク5を介してアクチュエータの外部に放散されからである。

【0015】実施例3

実施例1によって得られたこの発明のリニアアクチュエータにおける、アウターヨーク3とインナーヨーク5との間（空隙内）に形成される磁束密度分布を、可動子7が配置されていない状態でガウスメータによって測定し、その結果を図3に示す。なお、図中に示す変位は、駆動用外側コイル2の中央に対応する位置を原点としてそれぞれ測定位置までの距離を表している。空隙内にその軸方向の中心部から各々両端部に移行するにしたがって磁界強度が強まるような所謂傾斜磁界が形成されていることが分かる。

【0016】実施例4

実施例1によって得られたこの発明のリニアアクチュエータにおける、各変位で可動子7に働く推力（静推力）をロードセルにて測定し、その結果を図4に示す。なお図中に示す変位は、駆動用外側コイル2の中央に対応する位置を原点として可動子7の中央までの距離を表している。また、本願発明者による計算値も併せて記載する。図から明らかなように、広い範囲において均一な推力が作用していることが分かる。コイルに通電する電流が2Aの場合、若干推力が変位しているが、本願発明者の推測によれば、インナーヨーク5の寸法が最適でなく、インナーヨーク5の一部で磁束が飽和してしまっているからであり、該寸法を修正することにより、1Aの場合と同様な均一な推力が得られるものと思われる。

【0017】実施例5

実施例4に用いた測定装置を用い、実施例1によって得られたこの発明のリニアアクチュエータにおいて、変位が0mmの位置における推力（静推力）と電流との関係を測定し、その結果を図5に示す。また、本願発明者に

よる計算値も併せて記載する。図より、推力が電流値の増加にともないほぼ比例して上昇することが分かる。実施例4の結果と併せて考慮するとこの発明のリニアアクチュエータによれば高精度の位置制御が可能であることが明らかとなった。

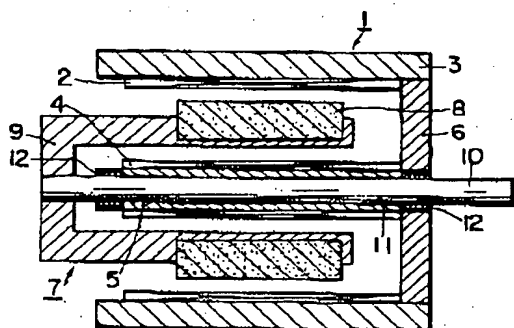
【0018】

【発明の効果】実施例からも明かなように、この発明によるリニアアクチュエータは固定子を構成する駆動用コイルやヨーク等の各構成部材を効果的に配置することにより、可動子を構成する永久磁石に効率よく磁界を作用させることが可能となり、しかも駆動用コイルから発生する熱がこれらのコイルを配置するヨークを介してアクチュエータの外部に放散され、各々コイルの温度上昇を抑制することができることから、実質的な連続通電電流値を増加させることが可能となり、実用上の高推力化がはかれる。すなわち、従来のVCM型リニアアクチュエータに比べ推力/体積の比を2割以上向上させることができ小型軽量化を可能とする。また、可動子の変位に対する推力の変化率も小さく高精度の位置制御が可能となる。可動子自体に電流供給用のリード線を配置する必要がないことから、可動子が移動する際に、リード線を引き回すことがなく、このような構成も高精度の位置制御を可能とする一要因となっている。以上の説明に明かなように、この発明によって汎用性が高く、しかも構造が比較的簡単で小型軽量化を可能とするリニアアクチュエータの提供が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例であるリニアアクチュエー

【図1】



タの縦断面正面図である。

【図2】 この発明の一実施例であるリニアアクチュエータを構成する可動子の一部縦断面正面図である。

【図3】 この発明の一実施例であるリニアアクチュエータにおける可動子を配置しない状態における変位と磁束密度との関係を示すグラフである。

【図4】 この発明の一実施例であるリニアアクチュエータにおける変位と推力との関係を示すグラフである。

【図5】 この発明の一実施例であるリニアアクチュエータにおける電流と推力との関係を示すグラフである。

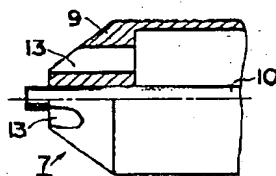
【図6】 a及びbは従来のVCM型リニアアクチュエータの概要を示す側面図と一部縦断面正面図である。

【図7】 a及びbは従来のMM型リニアアクチュエータの概要を示す正面図と側面図である。

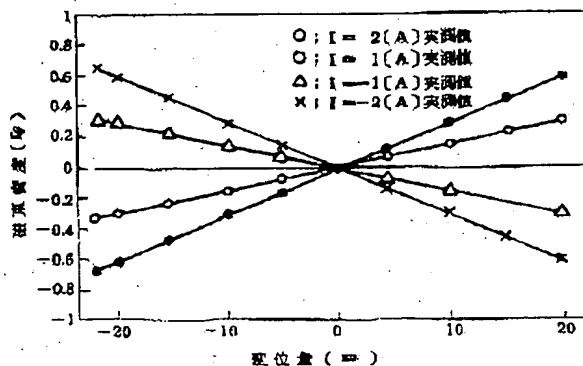
【符号の説明】

- 1 固定子
- 2 駆動用外側コイル
- 3 アウターヨーク
- 4 駆動用内側コイル
- 5 インナーヨーク
- 6 スペーサー
- 7 可動子
- 8 円筒状永久磁石
- 9 マグネットホルダー
- 10 出力軸
- 11 貫通孔
- 12 プッシュ

【図2】



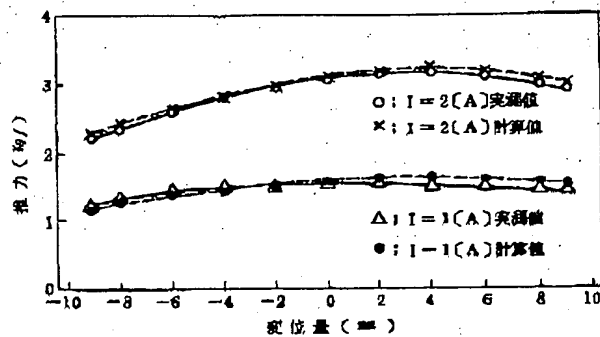
【図3】



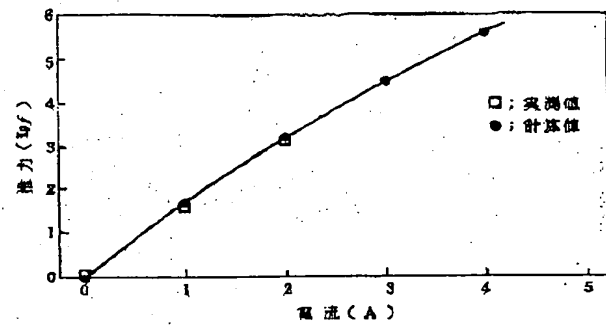
(6)

特開平6-284670

【図4】

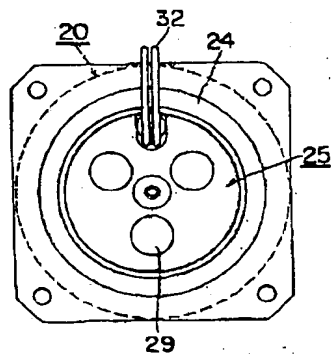


【図5】



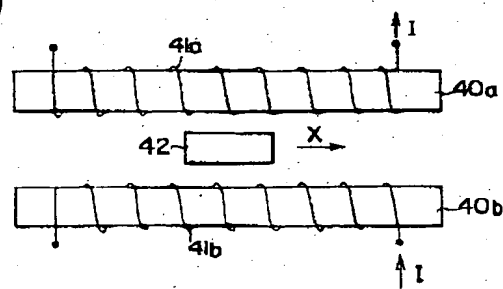
【図6】

(a)

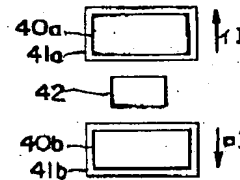


【図7】

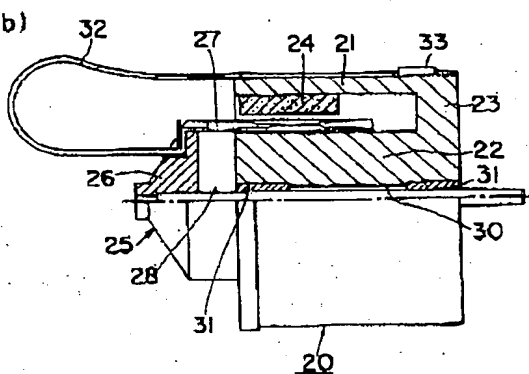
(a)



(b)



(b)



【手続補正書】

【提出日】平成5年5月12日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】以上の構成からなるリニアアクチュエータにおいて、固定子1を構成する駆動用外側コイル2と駆

動用内側コイル4とにそれぞれ同方向（例えば、各コイル2, 4ともに時計回り方向、または反時計回り方向）の所定電流を通電すると、各コイル2, 4を配置しているアウターヨーク3とインナーヨーク5部間を環流する磁束が発生することとなる。これらの磁束によって、該空隙内にその軸方向の中心部から各々両端部に移行するにしたがって磁界強度が強まるような所謂傾斜磁界が形成される。この傾斜磁界が形成されている空隙内に前記

AOKI, ISHIDA セイワトッキョ

(7)

特開平6-284670

可動子7を構成するラジアル方向に磁化された円筒状永久磁石8を配置すると、磁界と永久磁石8自体が有する磁気モーメントとの相互作用によって永久磁石8に推力

が発生し、可動子7が軸方向（図中左右方向）に直線移動する。